№ 10 Warszawa, 25 października 1937 r. Rok XV

TECHNIKA CIEPLNA

CZASOPISMO ZWIĄZKU STOWARZYSZEŃ DOZORU KOTŁÓW W POLSCE

REDAKTOR: Inż. techn. JAN KOMARNICKI.
Wydawca: Związek Stowarzyszeń Dozoru Kotłów w Polsce.
REDAKCJA I ADMINISTRACJA: WARSZAWA, PIUSA XI, 32, m. 12. TEL. 8-81-47.
GODZINY BIUROWE ADMINISTRACJI — CODZIENNIE, OD 10 DO 15.

Inż. EDMUND CHROMIŃSKI
Prof. Akad. Górniczej

METAN W SPALINACH.

W pracy p. t. „Sprawność kotłów parowych", ogłoszonej w „Technice Cieplnej" Nr. 5 i 7 i w „Przeglądzie Górniczo - Hutniczym" Nr. 7 z r. 1936 wypowiedziałem tezę, że w spalinach, pochodzących z naturalnego spalania się węgla kamiennego sporadycznie pojawia się wodór, metan natomiast jest ich stałym składnikiem, a zawartość jego zależna jest od rodzaju węgla. Wykazałem ponadto na przykładzie, że zmiana warunków spalania jak np. powiększenie komory ogniskowej ma wpływ na zmniejszenie się zawartości metanu nym ich celem było stwierdzenie zawartości metanu w spalinach w związku z wynikami prób, wykonanych w pierwszym okresie badań.

Zestawienie Nr. I zawiera otrzymane analizy spalin tych węgli. Zaznaczam, że przy spalaniu węgli Nr. 1 i Nr. 2 spaliny pobrane zostały w sposób doryweczy, wszystkie zaś inne w sposób ciągły, w czasie parogodzinnej pracy kotła i one jako wyniki średnie są najbardziej miarodajne dla oceny ich charakterystyki spalania.

ZESTAWIENIE Nr. I.

Węgiel	Nr. 1. q = 5880 cpł.	Nr 2. q=6650 cpł.	Nr. 3. q = 6000 cpł.	Nr. 4. q = 6400 cpł.	Nr. 5. q=6490 cpł.	Nr. 6. q = 6900 cpł.
CO_2	8.22, 10.15, 13.06	13 33	12.51, 14.70	7.57, 9.73	6.68	6.61, 13.90
O_2	11.53, 9.62, 6,14	5.21	6.28, 3.84	12.40, 9.27	13.30	13.42, 4.60
CO	0.00, 0.00, 0.00	0.46	0.09, 0.77	0.00, 0.23	0.00	0.00, 0.28
H_2	0.01, 0.00, 0 04	0.03	0.07, 0.09	0.10, 0.07	0.04	0.08, 0.08
CH_4	0.17, 0.24, 0.17	0.18	0.35, 0.35	0.30, 0.33	0.28	0.14, 0.13

w spalinach, jednakowoż nie przy wszystkich rodzajach węgli.

Twierdzenia te oparłem na licznych analizach spalin, pochodzących ze spalania się w paleniskach kotłowych paru gatunków węgla, przy różnych natężeniach rusztów.

Mogły się jednak budzić wątpliwości, czy jakieś węgle o innych właściwościach fizycznych i chemicznych mają taki sam przebieg spalania.

Nie mogąc z braku środków prowadzić tych badań w sposób ciągły, uzupełniam je częściowo w miarę nadarzającej się sposobności i posiadanych na to zasobów.

Od czasu ogłoszenia wyżej wymienionej pracy dokonałem prób dodatkowych z sześciu gatunkami węgla, odmiennego pochodzenia niż były poprzednie, przy spalaniu jednak tylko w niskich komorach ogniskowych. Głów-

Powyższe analizy potwierdzają słuszność poprzednich założeń i nie nasuwają żadnych nowych uwag, dotyczących procesu spalania się różnych gatunków naszych węgli. Byłoby pożądane dla rozszerzenia podstaw stwierdzonych zjawisk przeprowadzić badania, wyjaśniające, jaki wpływ na przebieg spalania, w szczególności na zawartość metanu w spalinach, mają takie składniki węgla jak: duryt, witryt, klaryt i fuzyt.

W związku z wynikami badań nad charakterystyką praktycznego spalania węgla, budziło się zaciekawienie, jak przebiega proces spalania się innych paliw.

Miałem możność przeprowadzić tylko wyrywkowe próby ze spalaniem koksu gazowniano, drzewa sosnowego, gazu ziemnego i benzyny w silnikach automobilowych.

W zestawieniu Nr. II, III i IV zamieszczone są analizy spalin wymienionych paliw.

ZESTAWIENIE Nr. II.

	Koks gazowniany	Drzewo sosnowe
CO_2	2.48, 5.23, 5.96	2.93, 11.55
O_2	17.86, 15.20, 14.67	18.04, 9.46
CO	0.00, 0.00, 0.00	0.30, 0.03
H_2	0.05, 0.10, 0.08	0.08, 0.07
CH_4	0.12, 0.24, 0.24	0.17, 0.17

Spalanie w powyższych próbach odbywało się w kotle o małej przestrzeni ogniskowej.

ZESTAWIENIE Nr. III.

	Gaz ziemny bez węgla	Gaz ziemny z węglem
CO_2	9.00	9.92
O_2	5.10	3.70
CO	0.00	0.00
H_2	0.07	0.05
CH_4	0.29	0.44

Próbki spalin gazu ziemnego pobrane były podczas normalnej pracy kotła i jak należy przypuszczać ten przypadkowy stan ogniska nie będzie bardzo odbiegał od średniego, albowiem w kotłowni danego zakładu roztacza się staranną opiekę nad prowadzeniem paleniska w ustalonym trybie.

Spalanie gazu odbywa się tam w wysokich komorach ogniskowych z dopływem pary wodnej i przy dodatkowym spalaniu węgla na ruszcie. W czasie zaciągania pierwszej próbki, węgla na ruszcie nie było.

Z powyższych analiz wynikałoby, że przy dobrym działaniu palnika dany węgiel nie polepsza, a raczej pogarsza proces spalania się gazu.

Nieoczekiwane wyniki otrzymałem z analizy spalin z silników automobilowych, napędzanych benzyną. Próbki spalin pobrane były z dwóch wozów osobowych pierwszorzędnych światowych wytwórni, jeden z nich był sześcio drugi ośmiocylindrowy. Z wozu Nr. 1 zaciągnięto spaliny przy biegu luźnym silnika, z wozu zaś Nr. 2 przy biegu luźnym i w czasie jazdy. W obu wypadkach w niczym nie zmieniano warunków normalnej pracy silników, ani nie wywierano żadnego wpływu na kierowcę. Spaliny zassane zostały z połowy długości rury wydechowej, przy spalaniu bezdymnym. Analiza Nr. 3 pochodzi ze spalin pobranych z silnika wozu ciężarowego przy biegu luźnym i dość silnie dymiącym wydmuchu.

ZESTAWIENIE Nr. IV.

	Wóz Nr. 1.	Wóz Nr. 2.		Nr. 3.
	bieg luźny	bieg luźny	w czasie jazdy	bieg luźny
CO_2	4 58	12.04	10.20	7.90
O_2	8.25	0.46	0.86	6.97
CO	6.12	3.83	6.20	2.93
H_2	3.75	3.80	3.21	0.05
CH_4	0.35	0.36	0.41	1.72

Jeżeli z przytoczonych, coprawda dorywczych tylko prób, wyciągać możnaby jakieś wnioski, to powyższe analizy świadczyłyby o bardzo dużych jeszcze brakach w urządzeniach technicznych silników szybkobieżnych. Duża ilość wodoru i tlenku węgla, nawet przy nadmiarze powietrza dowodzi złego mieszania się par benzyny z powietrzem i wadliwego może właśnie z tego powodu przebiegu spalania przy wzbuchu.

Gdy się weźmie za podstawę do rachunku najkorzystniejszą przedostatnią analizę, otrzymuje się straty z niezupełnego spalania dochodzące bezmała do 30% średnio zaś ze wszystkich analiz do 35%. Należałoby na tej drodze zbadać inne paliwa napędne i wpływ różnych domieszek do benzyny na proces spalania.

Niewątpliwie znajdą się środki do uzyskania lepszych wyników spalania, w drodze ulepszeń mechanicznych i doboru mieszanek paliwa. Dokładniejsza analiza spalin daje możność doraźnego i łatwego wypośrodkowania skutków przedsiębranych poczynań i w danych warunkach służyć może do porównawczego określenia sprawności silnika w poszczególnych okresach próbnej jego pracy.

Potrzebę ulepszania procesu spalania w silnikach spalinowych szybkobieżnych dyktują nie tylko względy praktyczne ale wchodzi tu w grę jeszcze nie mniej ważny czynnik higieny powszechnej.

Tlenek węgla działa trująco na organizm ludzki przy stałym oddychaniu już przy zawartości w powietrzu 0.01%, w ilości zaś od 0.15% do 0.20% daje po 1 godzinie oddychania niebezpieczne zatrucie, a przy 0.5% może spowodować śmierć po 20 do 30 minutach.

Jeżeli spaliny silników benzynowych zawierają parę procent tlenku węgla, to trzeba je uznać za gazy bardzo trujące. Stąd też pochodzą objawy niedomagań u ludzi pracujących w garażach niedostatecznie przewietrzanych, a nawet zdarzają się wypadki zatrucia w wozach zamkniętych, gdy tam się przedostają spaliny z otoczenia silnika, lub z rury odlotowej, choć już znacznie rozcieńczone.

W paleniskach kotłowych, szczególnie w nowszych i dobrze prowadzonych, pojawia się tlenek węgla bardzo rzadko i to w małych bar-

dzo ilościach. Większym wrogiem lepszego wyzyskania ciepła paliwa jest metan jako stały składnik spalin, dotąd w analizach nie określany i w technice opałowej nie zwalczany. Straty ciepła, spowodowane uchodzeniem niespalonego metanu są blisko 3 razy większe, licząc na 1% zawartości w spalinach, niż powstałe z tlenku węgla.

Powyższe zagadnienia wymagają dalszych doświadczalnych badań, ale już dotychczasowe wyniki wykonanych prac wskazują na potrzebę pogłębienia samej teorii spalania, a w szczególności spalania wzbuchowego.

Technice opałowej powinni przyjść z pomocą chemicy. Im bowiem twardszy grunt zdobywa sobie teoria, tym doskonalsze są dzieła techniczne.

Inż. ST. KRUSZEWSKI

ŹRÓDŁA ENERGII NAPĘDNEJ ZAKŁADÓW PRZEMYSŁOWYCH W POLSCE.

Zakłady przemysłowe w Polsce czerpią energię potrzebną dla ruchu przeważnie z paliwa. Siły wodne eksploatowane są w nieznacznych stosunkowo rozmiarach, według bowiem danych ujętych w wydawnictwie Polskiego Komitetu Energetycznego p.t. „Źródła energii w Polsce i ich wyzyskanie" (Warszawa. 1936) istniało na dniu 1 stycznia 1936 r. zaledwie 6.375 zakładów (łącznie z elektrowniami) ogólnej mocy 127.764 *KM*, rozrzuconych po całej Polsce; wśród nich ponad 500 (do 775) zakładów w województwach Kieleckim, Stanisławowskim, Krakowskim, Tarnopolskim, Lubelskim, Łódzkim, Wołyńskim i Lwowskim; tylko cztery zakłady mają moc ponad 1.000 *KM* każdy, 5.708 zakładów posiada zaś moc poniżej 25 *KM*.

Z energii wiatru korzystają przeważnie drobne wiejskie młyny gospodarcze (w roku 1934 — 10.215 wiatraków); 64 silniki wietrzne pompowały wodę, 63 — napędzały różne maszyny gospodarcze. Przeciętna moc silnika wietrznego wynosi 4,4 *KM*.

Wśród stosowanego w zakładach przemysłowych paliwa dominuje węgiel kamienny, w nieznacznym zaś stopniu używane są pozostałe rodzaje paliwa stałego, jak koks, węgiel brunatny, torf, drzewo, oraz paliwa płynne, jak olej gazowy, ropa, rzadko benzyna, wreszcie gazowe: gaz ziemny, przemysłowy i świetlny.

Rozpatrując kolejno od gazu, trudno nawet brać gaz świetlny w rachubę, jako materiał napędny zakładu; zarejestrować by się tu dały drobne silniki, a właściwie propaganda w tym kierunku ze strony gazowni. Gazy przemysłowe (z koksowni i hut) nie są właściwie jeszcze stosowane do napędu silników, bądź pod kotłami.

Gaz ziemny w stanie surowym lub odgazolinowany[1]) pędzi u swych źródeł i w pewnym zasięgu od nich szereg kotłów parowych bądź wyłącznie, bądź z rezerwą węglową i odwrotnie. Pochodzi on z zagłębi Daszawskiego i Borysławskiego oraz Jasielskiego i Krośnieńskiego. Według danych PKEn, ogłoszonych we wspomnianych „Źródłach energii w Polsce" zużycie roczne gazu ziemnego przez przemysł (poza kopalnictwem naftowym i rafineriami) wynosi 100 *mio* m^3. Zasiąg gazyfikacji wydłuża się w czasach ostatnich: rurociąg zaopatruje już w gaz ziemny Mościce, obecnie zaś podchodzi do Starachowic. Rozmiar jednak zużycia gazu ziemnego zależny jest od jego produkcji, a ta od jego zasobów. Obecne dane geologiczne każą się liczyć z ograniczonością tych zasobów i nakazują oszczędne spożycie gazów ziemnych.

Gazy generatorowe, jako pochodne od paliwa stałego, grają w dziedzinie napędu zakładów rolę energii wtórnej.

Ropa naftowa służy do napędu zakładów przemysłowych przeważnie w silnikach Diesel'a; jest ona jednak zbyt kosztowna i zastosowanie jej graniczy z marnotrawstwem; zastępowana jest przeto przez lepiej kalkulujące się paliwo płynne, — olej gazowy. Paliwo to dość chętnie stosują drobniejsze zakłady przemysłowe i elektrownie, bardziej oddalone od zagłębia węglowego.

Paliwa stałe: węgiel brunatny, torf i drzewo (wraz z trocinami) uważać raczej należy za paliwo zastępcze węgla kamiennego, z którym rywalizować one mogą tylko na terenach odległych od kopalń tego węgla.

Polski Komitet Energetyczny ogłosił w swoich Sprawozdaniach i Pracach dołączonych do Nr. 13/14 Przeglądu Mechanicznego r. b. statystykę sprawozdawczą spożycia każdego z wymienionych rodzajów paliwa stałego oraz koksu w r. 1934 przez przemysł w Polsce, ze szczegółowym (jego podziałem według województw i gałęzi przemysłu.

[1]) **W r. 1935 odgazolinowano ok. 272** *mio* m^3, **czego otrzymano ok. 39,5** *mio kg* **gazoliny (wg. PKEn).**

Zespalając te dane ze statystyką przemysłu węglowego w Państwie Polskim, ogłaszaną corocznie przez Ministerstwo Przemysłu i Handlu, odtworzyć można obraz gospodarki opałowej w zakładach przemysłowych. Obejmuje ona przemysły: metalowy, włókienniczy, chemiczny, spożywczy i pozostałe; każdy z nich przy tym dzieli się na branże.

Z zastępczych paliw stałych węgiel brunatny zaspakaja potrzeby miejscowe w niedalekim zasięgu od kopalń tego węgla. W r. 1934 przemysł spożył tego paliwa ogółem 17.200 *t*, a więc najmniej ze wszystkich stałych paliw zastępczych. Głównym spożywcą był przy tym przemysł mineralny (6.000 *t)*, metalowy (4.000 *t)*, spożywczy (3.200 *t)*, a co do terenu przeważnie spalano węgiel brunatny w woj. Kieleckim (6.000 *t* kolo Zawiercia), Warszawskim (4.400 *t)* i Łódzkim (2.400 *t)*. Zaznaczyć należy, że produkcja węgla brunatnego w Polsce z roku na rok, poczynając od 1921 roku (szczyt — 270.000 *t)*, maleje. Rozwija się przeważnie drobne wydobycie tego węgla w celu otrzymania w latach kryzysowych tańszego opału.

Koks hutniczy i gazowniczy wogóle mało jest używany, jako bezpośrednie paliwo napędne. Niektóre produkujące koks gazownie używają go, jako paliwa pod kotłami w postaci raczej odpadkowej, mianowicie sortymentu poniżej orzecha, nie znajdującego popytu na rynku. Natomiast w postaci wtórnej zgazowanej stosują go w motorach pomniejsze zakłady przemysłowe. Roczne ogólne spożycie przemysłowe w Polsce w r. 1934 wynosiło 645.000 *t*. Z tego przemysł metalowy zużył ok. 460.000 *t* (głównie w hutnictwie — do topienia rud — 380.000 *t)*; po nim przemysł spożywczy — 138.000 *t*, w tym połowę prawie młyny (do napędu silników) Z tej ilości ⅓ spożywają młyny w woj. Łódzkim, ¼ w Warszawskim, ⅕ w Poznańskim; zaznaczyć należy, że częstokroć młyny wodne pokrywają tym napędem niedobory wody w suchej porze roku.

Torf, jako paliwo napędne pod kotłami parowymi, odgrywa w Polsce rolę nieznaczną, o charakterze miejscowym; spożycie bowiem przez cały przemysł wyniosło w 1934 r. okr. 64.000 *t*. Znane są fakty, że używanie własnego torfu np. loco piec cegielniany bywa droższe od dowożonego z oddali miału węglowego. ⅔ całego spożycia przypada na przemysł spożywczy, głównie w gorzelniach rolniczych (32.000 *t)*, nieraz z domieszką miału węglowego — na rusztach schodkowych pod kotłami oraz w młynach (8.000 *t)*; 14.500 *t* spożywa przemysł mineralny. Geograficznie najwięcej torfu zużywają zakłady przemysłowe w Poznańskim (ok. 19.000 *t*, z czego na przemysły mineralny i spożywczy przypada po 9.000 *t)*, po tym w Nowogródzkim — (ok. 13.700 *t*, z czego ok. 13.000 *t* gorzelnie rolnicze) i prawie jednakowo (po 4.000 do 5.000 *t)* w Warszawskim, Kieleckim i Lubelskim. W Nowogródzkim i w Lwowskim przemysł wogóle torfu nie stosuje. Wyrób cegiełek torfowych jest bardzo rozmaity, przeważnie ręczny — nieraz rabunkowy, rzadziej maszynowy, często bez należytego zbadania złóż torfowych, oparty na kwalifikacji miejscowego niepewnego fachowca — robotnika.

Drzewo, jako źródło energii napędnej w zakładach przemysłowych, używane jest siłą rzeczy na terenach lesistych, odległych od zagłębia węglowego. Daje się nakreślić granica demarkacyjna zasięgu węgla i drewna, przesuwająca się w obie strony w zależności od zmian koniunktury na rynku opałowym. Na tym pograniczu zmieniane bywa paliwo nie zawsze z uwzględnieniem jego właściwości wobec istniejących urządzeń paleniskowych.

W całej Polsce przemysł spożył w 1934 r. okr. 1.600.000 m^3 drewna po za trocinami i odpadkami kawałkowymi, stosowanymi powszechnie w tartakach; nieomal połowę bo 580.000 m^3 zużył przemysł spożywczy, a w tym młyny okr. 360.000 m^3; przemysł drzewny spożył 482.000 m^3, mineralny — 173.000 m^3, chemiczny — 147.000 m^3, włókienniczy — 113.000 m^3. Według województw co do spożycia drzewa przez przemysł na pierwsze miejsce wysuwa się woj. Lwowskie (lasy podkarpackie) z ilością 357.000 m^3, z czego drzewny przemysł zużył 268.000 m^3, spożywczy — 76.000 m^3.

Znane są wypadki przechodzenia z węgla na drewno, jako paliwo kotłowe.

Drugie miejsce co do spożycia drzewa przez zakłady przemysłowe zajmuje woj. Białostockie z ilością 290.000 m^3, z czego 103.000 m^3 przypada na przemysł włókienniczy, 72.000 m^3 — na chemiczny, 36.000 m^3 — na spożywczy (głównie młyny — 20.000 m^3); ceramika spożywa 12.000 m^3. Miejsce trzecie wśród województw zajmuje woj. Wołyńskie ze spożyciem 213.000 m^3, z czego na młyny przypada 113.000 m^3, na przemysł mineralny— 47.000 m^3. Za Wołyńskim idzie woj. Lubelskie z ilością 119.000 m^3, z czego 95.000 m^3, przypada na przemysł spożywczy, w tym na młyny — 77.000 m^3. Wileńskie woj. zużyło 107.000 m^3, z czego prawie połowę spożył przemysł spożywczy, a w nim młyny — 33.000 m^3; drugą prawie połowę zużył przemysł papierniczy. Z przeglądu spożycia drzewa, tego najpoważniejszego w Polsce rywala węgla kamiennego, wynika, że zużywają je przeważnie branże przemysłu spożywczego rozproszone w jednostkach drobnych po całym kraju, np. młyny, piekarnie, jako wytwórnie artykułów spożywczych codziennej potrzeby, zakłady przetwórcze przemysłu rolniczego, jak gorzelnie rolnicze, browary, nawet cukrownie i t. d. Do podobnych

zakładów użytku miejscowego należą zakłady przemysłu mineralnego, jak cegielnie, zakłady ceramiczne i inne.

Omówione powyżej a nieznaczne spożycie węgla brunatnego, torfu, koksu i drzewa wskazują, że przemysł w Polsce opiera się głównie nie na tych paliwach, lecz na węglu kamiennym, jako na źródle energii. W gospodarce węglowej Polski niepośledną rolę odgrywa pochodzenie węgla. Dotąd jeszcze zachowuje się w obrocie handlowym i przemysłowym nomenklatura węgla według zagłębi, względnie rejonów (raczej polityczna — z czasów zaborczych), a więc śląski, dąbrowski i krakowski. Bezspornie, co do swej przeciętnej jakości węgle z poszczególnych rejonów różnią się pomiędzy sobą. Polskie Koleje Państwowe w swej gospodarce parowozowej stosują pewien wzajemny stosunek paliwa według tych rejonów, np. w rozrachunku z maszynistami; mianowicie przyjmują one z gruba węgiel dąbrowski za 1, krakowski, jako gorszy, za 0,85, zaś śląski, jako lepszy, za 1,1, subtelizując następnie dokładniej drogą uwzględnienia wzajemnych zazębień pokładów węgla w sąsiadujących ze sobą rejonach.

Ta różnica własności węgla według rejonów decyduje poniekąd o zasięgu zbytu węgla każdego zagłębia; jeżeli różnica ta w dostateczny nawet sposób wyrównana jest dla nabywcy ceną loco miejsce zużycia odpowiednio do wartości opałowej, to jednak fizyczne własności, np. rozsypność, kruchość, na zasięg ten wpływają znacznie.

Według statystyki Ministerstwa Przemysłu i Handlu przemysł w Polsce spożył w 1934 r. ok. 6,7 *mio t* węgla z kopalń śląskiego rejonu węglowego, 1,3 *mio t* — z dąbrowskiego i 0,4 *mio t* — z krakowskiego.

Interesujący jest procentowy stosunek sortymentowy spożytego w 1934 r. przez przemysł węgla z poszczególnych rejonów węglowych oraz w zespole z kopalń całego państwa, a więc:

a z rejonu krakowskiego nieomal ¾ węgla tego rejonu. Mówi to zjawisko o racjonalnej a oszczędnej gospodarce opałowej w zakładach przemysłowych — stosowania gorszych sortymentów węgla, pomimo potrzeby pewnego nakładu na przystosowanie palenisk starych kotłów; nie bez wpływu są tu: proporcja miału w urobku węgla, która np. w rejonie krakowskim jest większa, niż w obu pozostałych, oraz kalkulacja eksportowa, zalecająca wyprzedaż lepszych i trwalszych sortymentów i gatunków węgla za granicę w celach konkurencyjnych na rynku światowym.

Nie wszystkie jednak gałęzie przemysłu w Polsce w jednakiej mierze stosują poszczególne sortymenty węgla; węgla grubego używają stosunkowo więcej przemysły hutnicze i spożywcze oraz gazownie, kostkę faworyzuje nieco przemysł spożywczy, hutniczy (żelazny) i ceramiczny, orzechy — hutniczy, spożywczy, ceramiczny i koksownie; drobny (0 — 70 i 0 — 35 *mm*) — głównie koksownie (do 66%), poza tym gazownie i ceramika; groszek i grysik — przemysł hutniczy, włókienniczy i spożywczy (a w nim głównie cukrowniczy). Prawie 30% miału w przemyśle zużywają koksownie i brykieciarnie, po nich przemysł włókienniczy, mineralny (głównie cegielnie i cementownie), metalowy (głównie huty), spożywczy (cukrownie, młyny i gorzelnie) i chemiczny. Według województw najwięcej miału spożywa przemysł w woj. Śląskim (46%), za nim w Łódzkim i Kieleckim (po 13%), Krakowskim (7%), Poznańskim (6%).

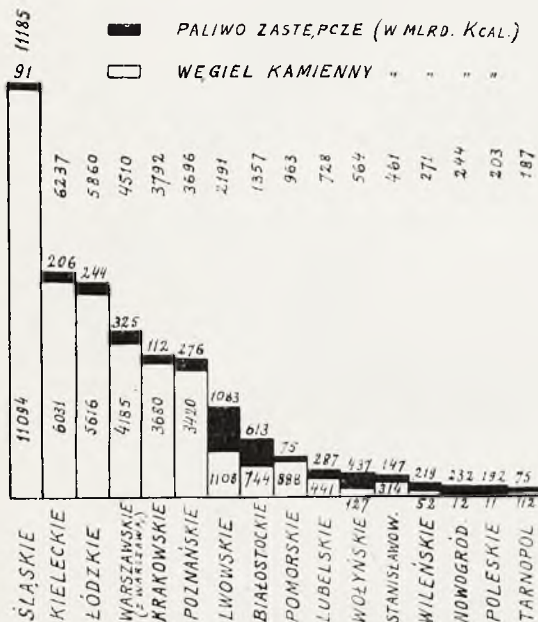
Z tego ustosunkowania wynika, że zakłady przemysłowe bardziej odległe od zagłębia węglowego słusznie dobierają sortyment węgla według kosztu kalorii loco zakład, czyniąc to raczej intuicyjnie, ponieważ kopalnie, zwłaszcza posiadające węgiel gorszy, starannie unikają ujawnienia analizy swego węgla. Wnosić by można, że wśród spożywców wchodzi na drogę realizacji słuszna zasada, że im droższy jest przewóz węgla, tym lepiej kalkuluje się węgiel kaloryczniejszy, a więc co do sortymentu — grubszy. Ze wspomnianej tablicy statystycznej PKE'nu spożycia węgla przez przemysł w Polsce według województw bez spożycia przez same kopalnie węgla, a zwłaszcza z dołączonej do tablicy

Sortyment:	Gruby	Kostki	Orzechy	Groszek i grysik	Drobne	Miał	Szlam	Łupki	Niesort.	Razem
Rejon: Śląski	3,0	3,2	5,8	12,9	14,3	57,0	0,3	2,5	1,0	100%
Dąbrowski	4,0	13,5	20,2	10'8	1,7	49,6	—	—	0,2	100%
Krakowski	2,4	3,8	16,5	5,0	0,3	72,7	—	—	0,3	100%
Ogółem	3,1	4,9	8,2	11,8	11,4	57,7	0,2	1,9	0,8	100%

Z powyższego zestawienia widać, że przemysł w Polsce stosuje przeważnie drobniejsze sortymenty węgla (89% od miału do orzechów włącznie), a wśród nich głównie miał (niższa taryfa kolejowa), którego spożycie wynosi więcej niż połowę całego spożycia przez przemysł węgla ze wszystkich rejonów,

mapy spożycia łatwo się przekonać, że im dalej ku wschodowi, a więc im dalej od rejonów węglowych, tym mniejsze jest spożycie węgla. Przyczyny tego są dwojakie: 1) w tym samym kierunku kurczy się życie przemysłowe, 2) w tym samym kierunku drożeje przewóz kolejowy, do którego dochodzi nieraz długi dowóz kołowy wobec coraz rzadszej w tym samym kierunku sieci kolejowej; przewóz wodny odgrywa dotąd rolę drugorzędną.

W pewnej zatem odległości — jak wspomniano — od zagłębi węglowych zaczyna się kalkulować paliwo miejscowe w zastępstwie węgla kamiennego.



Rys. 1

Stosunek zużycia stałych paliw zastępczych do węgla kamiennego w każdym województwie, a ewentualnie i w każdym przemyśle daje się określić cyfrowo, jeżeli każde z paliw wyrazić w jednostkach jego wartości opałowej.

W tym celu, uwzględniając stosowany sortyment i udział w sprzedaży rejonów węglowych, dla wartości opałowej węgla kamiennego kawałkowego przyjęto 6.500 *kCal*, miału — 6.000 *kCal* (średnio dla całej Polski); dla koksu — 6.300 *kCal*, węgla brunatnego 3.600 *kCal*, torfu — 3.250 *kCal*, drewna — 3.300 *kCal*. Oczywiście na poszczególnych terenach i w poszczególnych przemysłach mogą zachodzić różnice, które jednak wyrównywują się w skali państwowej. Załączona tablica i rys. 1. przedstawiają zużycie energii cieplnej na napęd zakładów przemysłowych w Polsce i ujmuje to spożycie w ciepłostkach zawartych w węglu kamiennym i w stałych paliwach zastępczych (węgiel brunatny, torf, koks i drewno) ogółem, oraz procentowy stosunek skonsumowanych przez zakłady ciepłostek w paliwach zastępujących węgiel kamienny do ciepłostek w tym węglu według województw. Zastosowana została kolejność województw według malejącego zopotrzebowania ogólnej ilości ciepłostek w przemyśle. Spożycie powyższe nie oznacza oczywiście ilości ciepłostek wyzyskanych skutecznie, zależy to bowiem od sprawności instalacji cieplnych.

Należy również zaznaczyć, że pominięto z jednej strony węgiel użytkowany w koksowniach i w brykieciarniach, ponieważ jest on tam używany jako surowiec, a nie jako paliwo energetyczne, z drugiej zaś w hutnictwie — koks stosowany tam również nie do napędu.

Zużycie energii cieplnej na napęd zakładów przemysłowych w Polsce w r. 1934 w postaci paliw stałych.

Teren	Ogółem w mld kCal	Węgla kamien. w mld kCal	Zastępczych w mld kCal	Zastępczych w % węgla
Cała Polska	42 449	37 835	4 614	12,2
woj. Śląskie	11 185	11 094	91	0,8
„ Kieleckie	6 237	6 031	206	3,4
„ Łódzkie	5 860	5 616	244	4,4
„ Warszawskie	4 510	4 185	325	7,8
„ Krakowskie	3 792	3 680	112	3,0
„ Poznańskie	3 696	3 420	276	8,0
„ Lwowskie	2 191	1 108	1 083	97,7
„ Białostockie	1 357	744	613	82,4
„ Pomorskie	963	888	75	8,4
„ Lubelskie	728	441	287	65,0
„ Wołyńskie	564	127	437	344,0
„ Stanisławowskie	461	314	147	46,8
„ Wileńskie	271	52	219	420,0
„ Nowogrodzkie	244	12	232	1 993,0
„ Poleskie	203	11	192	1 746,0
„ Tarnopolskie	187	112	75	67,0

Układając kolejność według stosunku procentowego paliw zastępczych do węgla kamiennego (100), otrzymać można szereg następujący:

A — spożycie mniejsze, niż węgla: 1) Śląskie, 0,8%, 2) Krakowskie 3%, 3) Kieleckie 3,4%, 4) Łódzkie 4,4%, 5) Warszawskie (z Warszawą) 7,8%, 6) Poznańskie 8%, 7) Pomorskie 8,4%, 8) Stanisławowskie 46,8%, 9) Lubelskie 65%, 10) Tarnopolskie 67%, 11) Białostockie 82,4%, 12) Lwowskie 97,7%. B — spożycie paliwa zastępczego większe, niż węgla kamiennego: 13) Wołyńskie 344%, 14) Wileńskie 420%, 15) Poleskie 1746%, 16) Nowogródzkie 1993%.

Stosunek procentowy przemysłowego zużycia paliw zastępczych w całej Polsce do zużycia węgla kamiennego wynosi z gruba 12,2%.

Oczywiście przy ocenie powyższego zestawienia należy mieć na względzie stopień uprze-

[1]) Węgiel brunatny, torf, koks, drzewo (bez trocin).

mysłowienia każdego województwa wogóle; równoległość jest zjawiskiem zupełnie naturalnym.

Co do spożycia paliw zastępczych przez poszczególne przemysły w poszczególnych województwach, stosowany jest 1) w woj. Warszawskim (z Warszawą) węgiel brunatny w przemyśle mineralnym (minimalnie), torf w spożywczym i w młynarskim, drewno w mineralnym (ceramika), drzewnym, spożywczym (młynarskim), 2) w woj. Łódzkim: węgiel brunatny w przemyśle włókienniczym (ilości drobne), torf — w spożywczym — w drzewnym i włókienniczym, 3) w woj. Kieleckim: węgiel brunatny w przemyśle metalowym i mineralnym, torf — w spożywczym (gorzelnie rolnicze), drewno — w metalowym, spożywczym i drzewnym, 4) w woj. Lubelskim; torf — w mineralnym i młyńskim, drewno — w spożywczym i drzewnym, 5) w woj. krakowskim: torf — w przemyśle młyńskim, drewno — w chemicznym i mineralnym, 6) w woj. Lwowskim: węgiel brunatny w piekarniach, drewno — w przemyśle drzewnym, spożywczym (piekarnie, gorzelnie i młyny) i chemicznym, 7) w woj. Stanisławowskim: drewno — w przemysłach solnym, chemicznym, drzewnym i spożywczym, 8) w woj. Tarnopolskim: torf — w spożywczym (młyny, browary, gorzelnie) i drzewnym, 9) w woj. Białostockim: drewno — w przemysłach włókienniczym, chemicznym, drzewnym, mineralnym i spożywczym, 10) w woj. Wileńskim: drewno — w papierniczym (raczej jako surowiec) i spożywczym, 11) w woj. Poleskim: drewno — w przemyśle drzewnym, spożywczym (zwłaszcza młyny i gorzelnie) i chemicznym, 12) w woj. Nowogródzkim: drewno — w przemyśle papierniczym (raczej jako surowiec), spożywczym i drzewnym, 13) w woj. Wołyńskim: torf — w młynach, 14) w woj. Śląskim: węgiel brunatny i torf (ślady), drewno (ilości drobne) — w przemyśle drzewnym i spożywczym, 15) w woj. Poznańskim: węgiel brunatny i torf — w przemyśle mineralnym i spożywczym, drewno — w drzewnym, mineralnym i spożywczym, 16) w woj. Pomorskim: węgiel brunatny — w gorzelniach i młynach, torf — w gorzelniach i młynach, drewno — w przemyśle drzewnym, spożywczym (gorzelnie i młyny) i mineralnym (cegielnie).

Wszystkie powyższe zestawienia i płynące z nich wnioski wyraźnie wskazują, na jakich terenach byłyby poszczególne przemysły najbardziej narażone na unieruchomienie w razie dłuższej przerwy w dostawie węgla kamiennego. Wskazania te dają jednocześnie orientację co do racjonalnej gospodarki zasobami węgla kamiennego i koksu na wypadek przerw w dowozie tych materiałów oraz wskazówki co do terenów i przemysłów na których i dla których należałoby przygotować do eksploatacji paliwa zastępcze.

KRONIKA TECHNICZNA.

Gospodarka energetyczna w Niemczech.[1])

Od chwili, w której na pierwszym planie dyskusji stanęły w Niemczech zagadnienia natury organizacyjnej odsuwając w cień samą technikę wytwarzania i przesyłania prądu, jako zagadnienie przeważnie całkowicie rozwiązane, i w tej sprawie nastąpiło wybitne zbliżenie się wypowiadanych poglądów. Ustawa o gospodarce energetycznej sumuje poniekąd dotychczasową dyskusję kiedy stwierdza, że środkiem prowadzącym do celu, którym jest „możliwie niezawodne i możliwie tanie zaopatrzenie kraju w energię mechaniczną" będzie „celowe współdziałanie wszystkich wchodzących w grę sił gospodarczych i instytucji publiczno - prawnych w ramach energetycznej gospodarki zespolonej". Wątpliwości powstawać mogą jedynie co do zakresu takiego zespolenia gospodarczego, a przedewszystkim co do tempa w jakim ta zasada organizacyjna ma być realizowana. Nieliczne gałęzie przemysłu wykazują przy tym jednocześnie tak silne a sprzeczne względem siebie elementy postępu i stanu ustalonego, rozbudowy i zwężenia zbytu jak właśnie gospodarka elektryczna. Z drugiej strony rozwój nowych przemysłów opartych na surowcach krajowych, a zużywających znaczne ilości prądu, oraz przenikanie energii elektrycznej do coraz to nowych dziedzin, zmieniły zasadniczo założenia organicznej i organizacyjnej przebudowy tej gałęzi przemysłu. Pytania, które dawniej — w węższych ramach — uważane były za rozstrzygnięte, wymagają ponownego rozważenia. Należy tu naprzykład podział pracy pomiędzy poszczególnymi nośnikami energii mechanicznej (przede wszystkim węgiel i siły wodne).

Rozwój produkcji prądu opierał się dotychczas na uświadomieniu sobie gospodarczych korzyści płynących z centralnego wyzyskania źródeł energii do obsługi wielkich obszarów. W ten sposób w obrębie jednego zakładu zasilającego osiągano korzystne urozmaicenie odbiorców prądu, co pozwala na równomierniejsze wyzyskanie maszyn i na ograniczenie wysokich rezerw instalacyjnych grających w gospodarce elektrycznej rolę zapasów magazynowych. W izolowanych siłowniach, które podczas największego obciążenia sieci (szczytów) nie może posiłkować się prądem nabywanym zzewnątrz, stosunek pomiędzy przeciętnym obciążeniem generatorów a obciążeniem szczytowym wynosi 1 : 5,5. Ten sam stosunek przy gospodarce zespolonej zmienia się korzystnie do 1 : 1,6. Wiadomo jaki nastąpił podział pracy pomiędzy siłowniami parowymi a wodnymi, ze stanowiska dążenia do możliwego wyrównania obciążeń. Poniżej zamieszczona

[1]) wg. Frankfurter Zeitung 1937 r., Nr. 399/400.

tablica charakteryzuje wpływ jaki wywierać przy tym może odmienny charakrer kształtowania się kosztów ruchu w siłowniach obu powyższych typów.

Koszty wytwarzania i rozdziału prądu.

Czas użytkowania instalacji w godz. roczn.	Koszty wytwarzania na *kWh* — para — Koszty zakładowe na *kW* mocy zainstalowanej — ok. 300 *RM.*	Koszty wytwarzania na *kWh* — woda — Koszty zakładowe na *kW* mocy zainstalowanej — ok. 800 *RM.*	Koszty rozdziału na *kWh* — Koszty zakł. na *kWh* rozdzielony — ok. 600 *RM.* [1])	Koszty rozdziału na *kWh* — Koszty zakł. na *kWh* rozdzielony — ok. 1000 *RM* [2])	Ogólny koszt prądu franco instalacja odbiorcy
w fenigach					
6000	1-koszty st. 2-1 *kg* węgl. 3-*kWh*	2-koszty st. — 2-*kWh*	2	3¹/₃	4 do 6¹/₃
3000	2-koszty st. 2-węgiel 4-*kWh*	4-koszty st. — 4-*kWh*	4	6²/₃	8 do 10²/₃
2000	3-koszty st. 2-węgiel 5-*kWh*	6-koszty st. — 6-*kWh*	6	10	11 do 16
1000	6-koszty st. 2-węgiel 8-*kWh*	12-koszty st. — 12-*kWh*	12	20	20 do 32
500	12-koszty st 2-węgiel 14-*kWh*	24-koszty st — 24-*kWh*	24	40	38 do 64

Jak z tabeli tej wynika korzystniej jest więc przekazywać obciążenie stałe siłowniom wodnym. Przy malejącym czasie użytkowania instalacji sztywne koszty takich siłowni w odniesieniu do wytworzonych *kWh* wzrastają szybciej niż w elektrowniach parowych. Powyższe zestawienie liczbowe przemawia jeszcze dobitniej, jeżeli będziemy mieć do czynienia z instalacjami w znacznym stopniu już zamortyzowanymi. Zalety siły wodnej mogą być doskonale wyzyskane przez zastosowanie zbiorników wodnych, zapewniających długotrwałą zdolność do równomiernego obciążenia instalacji. Zbiorniki takie pozwalają bowiem na wyzyskanie prądu wytworzonego w okresach mniejszego obciążenia a więc prądu nocnego do przepompowywania wody z powrotem, co umożliwia wzmożoną prudukcję prądu w chwilach szczytowego obciążenia elektrowni.

Zespół siłowni parowych wodnych przepływowych i wodnych zbiornikowych przy odpowiednich warunkach zbytu może być uważany za najsprawniejsza gospodarczo instalację. Odpowiedź jednak na pytanie: Siła pary, czy siła wody? zależy w każdym poszczególnym wypadku od właściwości warunków pracy instalacji. Nie zawsze decydować o tym mogą przesłanki natury gospodarczej. Dotyczy to szczególniej tych wypadków kiedy porównywalność kosztów własnych zaciemniona zostanie przez ogólną kalkulację produkcyjno - przemysłową. W siłowniach kopalnianych możność zużytkowania nie nadających się do odbudowy handlowej pokładów, albo możność spalania odpadków produkcji, stanowić może czynnik, którego normalny rachunek kosztów gospodarki elektrycznej nie może uwzględnić. Koszt paliwa nie daje się w takich wypadkach dokładnie z ogólnych kosztów kopalni wydzielić.

Z drugiej strony wytwarzany przez siłownie kopalniane nadmiar (ponad własne potrzeby) prądu może łatwo posiadać charakter produktu odpadkowego, szczególniej tam gdzie siłownia dzięki zapotrzebowaniu własnemu osiągnę'a wysoki czas użytkowania swej instalacji. Wynika stąd, że siłownie kopalniane mogą zbywać prąd po bardzo niskich cenach. Sytuacja takich siłowni jest jednak inna niż przy sprzedaży gazów przemysłowych. Gaz przemysłowy utorował sobie drogę do odbiorcy w drodze współzawodnictwa z rozproszonymi gazowniami miejscowymi, które nie były w stanie obniżyć swych kosztów wytwarzania. Elektryczne siłownie kopalniane natomiast otoczone są wielkimi i zwartymi obszarami: 1) zespolonymi przez zawarte umowy, 2) rozporządzającymi wszystkimi zaletami gospodarki zespolonej.

W każdym razie dążenie siłowni kopalnianych do zapewnienia sobie udziału w produkcji prądu nie może być traktowane jedynie ze stanowiska opłacalności. Wytwarzanie prądu w celu zbytu nie stanowi dla takich elektrowni jedynej możliwości zużytkowania odpadków węgla względnie mniej wartościowych jego gatunków. Przy spalaniu na kopalniach pełnowartościowego węgla koszty prądu wzrosły by tak dalece, że prąd elektryczny nie mógł by w wielu wypadkach współzawodniczyć z węglem. Rozgraniczenie współzawodnictwa obu tych źródeł energii jest w czasach dzisiejszych wyjątkowo płynne. Przyczynia się do tego i ta okoliczność, że mało dawniej używany miał węglowy może być obecnie korzystnie na nowoczesnych rusztach czy w nowoczesnych paleniskach spalony i nie gromadzi się jak dawniej na chałdach i zwałach kopalni. Na długą falę kopalnie traktować będą wytwarzanie prądu nie tylko jako środek prowadzący do obniżenia kosztów własnych, ale i jako skuteczny sposób interwencyjny dla regulowania rynku. W rozwoju gospodarki energetycznej, która zastępuje węgiel uszlachetnionymi nośnikami energii, prąd elektryczny będzie zdobywał coraz to nowe pola zastosowania.

Zarzuty stawiane siłowniom kopalnianym pochodzą nietyle z zastrzeżeń zasadniczych ile raczej z trudności rozgraniczenia sfery wpływów. Organizacja zbytu prądu i obsługi odbiorców uważane są za samodzielną dziedzinę działalności gospodarczej. Udział w tych pracach elementu obcego — a za taki uważa się przemysł górniczy — uważany bywa za nie pożądany.

Z drugiej strony dążenie zakładów przemysłowych do większego udziału w gospodarce elektrycznej może być uzasadnione względami na zapewnienie siłowni przemysłowej stałego obciążenia. Mniej wrażliwe na zmiany koniukturalne, publiczne zapotrzebowanie prądu może zabezpieczyć siłownie przemysłowe od wahań sezonowych ich własnego zapotrzebowania przemysłowego czy fabrycznego. Wyrównanie tego rodzaju będzie skuteczne pod warunkiem, że zapotrzebowa-

[1]) Odbiorcy wielcy.

[2]) Odbiorcy drobni.

nie publiczne i przemysłowe na prąd pozostaje w pewnym ustalonym do siebie stosunku W chwili obecnej niezależnie od wzrostu zapotrzebowania przemysłowego wzrasta — po części w związku ze zwiększonym zapotrzebowaniem przemysłowym — i zapotrzebowanie publiczne. O ile siłownia zdobywała nowych odbiorców przemysłowych spadały jej koszty własne wytwarzania i rozdziału prądu. Taka siłownia miała możność obniżania cen obowiązujących drobnych odbiorców, a więc zwiększania koła tych odbiorców. Z licznych sprawozdań gospodarczych przedsiębiorstw elektrycznych, pochodzących z ostatnich czasów niedwuznacznie wywnioskować można jak dalece zmniejszone dzięki wzmożonemu przez przemysł poborowi prądu koszty własne, przyczyniły się do wzrostu publicznego zapotrzebowania prądu. Tego rodzaju wzajemne oddziaływania charakteryzują rozwój gospodarki elektrycznej w Niemczech w ostatnich czasach. Wraz z wrostem zespołów wytwórczych, spadają odnośne koszty stałe i wzrastają możliwości uprzystępnienia prądu coraz to szerszym kołom odbiorców. Gra przy tym rolę i zwiększony zakres zastosowań prądu i przyzwyczajenie się ludności do nowych zasilanych prądem urządzeń. Chłodnie elektryczne niedostępne do niedawna dla sfer średnio zamożnych staje się bardzo rozpowszechnionym sprzętem gospodarczym. To samo dotyczy grzejników elektrycznych (bojlery elektryczne najwięcej rozpowszechniły się w Belgji). Finansowanie sprzedaży sprzętu elektrycznego, poradnictwo i działalność akwizycyjna stanowią w wielu elektrowniach bardzo szeroko rozbudowane działy. Organizacja pomocy elektrycznej Preag'u (Elthilfe) przyczyniła się w 1936 r. do zainstalowania 99 000 aparatów elektrycznych o mocy 42 000 *kW* i wartości 3,85 mio *RM* (w roku poprzednim 86 000 aparatów, 33 400 *kW* i 2,90 *RM*).

Dążenie do pewnego komfortu oraz konieczność oszczędzania pracy rąk ludzkich, co np. w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej doprowadziło do wysokiego zapotrzebowania prądu na potrzeby gospodarstwa domowego — zapotrzebowania, które 5-6 krotnie przewyższa normy niemieckie — pozwala liczyć się ze stałym wzrostem zużycia prądu. W rolnictwie wreszcie brak sił roboczych sprzyja w coraz większym stopniu zastosowaniu prądu. Należy tylko usunąć przeszkody w rodzaju zbyt wysokich cen prądu.

Ustalona, pomimo wzrostu spożycia, rentowność wielu publicznych elektrowni dowodzi, że biorąc przeciętnie ceny prądu w przeciągu trzech ostatnich lat na ogół zniżkowały. Spadek wpływów elektrowni dotyczy przede wszyskim sprzedaży prądu odbiorcom przemysłowym. Odbija się on jednak dość wyraźnie i w sprzedaży publicznej. Ruch cen nie jest przy tym jednolity, chociaż udoskonalone taryfy nowoczesne pozwalają na dokładniejsze normowanie poszczególnych stawek. Stosunkowo prosta zasada obliczeniowa, zasada kosztów własnych, która obciąża odbiorcę całokształtem kosztów stałych, przypadających na obsługującą tego odbiorcę część instalacji, łącznie z mniej lub więcej teoretycznie obliczonymi kosztami pogotowia (taryfa licznikowa) ustępuje miejsca taryfom uwzględniającym właściwości spożycia prądu u odbiorcy danej branży. Nowoczesna taryfikacja prądu wychodzi coprawda również z założenia, że przyłączenie i obsługa każdego nowego odbiorcy pociąga za sobą pewne koszty stałe. Dzielą one jednak opłatę pobieraną za prąd na dwie części. Na część stałą, pobierąną albo pod postacią opłat stałych, albo opłat za pewne minimum odbioru, uzależnione od ilości izb, punktów świetlnych, a w rolnictwie od powierzchni zagospodarowanej i na część ruchomą (roboczą) obliczoną z pewną degresją, zachęcającą odbiorcę do zwiększonego spożycia prądu. Najczęściej stała część opłat nie pokrywa istotnych kosztów stałych, związanych z przyłączeniem i z obsługą odbiorcy. Część tych kosztów przesuwa się na opłaty ruchome. W przeciwnym wypadku opłaty stałe grające rolę jakgdyby opłat wstępnych, były by za wysokie.

Przegląd taryf obowiązujących od 1924 roku drobnych odbiorców w 550 siłowniach (przeszło 11 mio gospodarstw domowych) daje obraz następujący. Liczba siłowni stosujących czyste taryfy licznikowe spadła z 96% do 19,4%, podczas gdy do 1936 r., 80,6% siłowni przeszło na taryfy dwuczłonowe (opłaty podstawowe stałe i opłaty ruchome). W większości wypadków (63,2% siłowni) odbiorca ma do wyboru taryfę licznikową. Moc zainstalowana (w 8,3%) względnie ilość punktów świetlnych w (w 12,9%) straciły swe znaczenie jako podstawy do ustalania cen stałych i ruchomych. Do tego celu służy przedewszystkiem ilość izb (w 55,2%). Rozpowszechniają się taryfy o niskich cenach ruchomych za prąd na cele specjalne.

Ustalanie cen zależy niejednokrotnie od okoliczności natury fiskalnej. Roczne wpłaty elektrowni będących własnością publiczną wynoszą w Niemczech 500 do 600 mio *RM*. Charakterystyczną jest nietyle wysokość tej sumy ile bardzo nierównomierny jej podział na poszczególne przedsiębiorstwa. Niekiedy dostawa prądu odbywa się według norm odpowiadających jeszcze przedwojennym warunkom uwzględniającym interesy wytwórcy prądu lub gminy i nie liczącym się z interesami odbiorcy, a więc ze wzrostem zapotrzebowania prądu. Sprawozdania jednego z przedsiębiorst elektrownianych. leżącego w Niemczech południowych dowodzą jakich wyników spodziewać się można w razie usunięcia tego rodzaju hamulców i przeszkód. Przedsiębiorstwo to dopięło wzrostu zapotrzebowania prądu o 78,5% po zniesieniu przepisu wedle którego nie miało ono prawa zasilania odbiorców zużywających poniżej 50 000 *kWh* rocznie. Tego typu mniejszych odbiorców obsługiwały poprzednio gminy. Przeciętna cena za *kWh* spadła w związku ze zmianą przepisów z 30,9 do 19,5 *PF*. W innym wypadku odbiorcy średni (zakłady rzemieślnicze) obsługiwani dotąd przez gminy przeszli do instalacji własnych (silniki Diesel'a). Oto dwa z pośród licznych przykładów nieodpowiednich i hamujących spożycie prądu przepisów taryfikacyjnych. Mogą one być spowodowane rutyną administracji publicznej i nieumiejętnością dostosowania się do potrzeb gospodarki elektrycznej, albo wyrazem sprzecznych interesów gospodarczych gminy (współzawodnictwo pomiędzy gazem a prądem elektrycznym).

Może zachodzić wątpliwość, czy w normalnym przebiegu reform taryfikacyjnych, posiadamy dostateczny środek do skutecznego zwalczania wszystkich

tego rodzaju przeszkód. Na zjeździe elektrycznym w Saarbrücken dr. Schacht oświadczył, że dochody dotychczasowe gmin muszą być utrzymane, do czasu kiedy je będzie można zastąpić usprawiedliwionymi gospodarczo dochodami z innych źródeł". Świadczy to o zamiarze traktowania potrzeb fiskalnych gmin niezależnie od zadań wynikających z rozwoju gospodarki elektrycznej. Można jednak stać i na odmiennym stanowisku. Można szukać odciążenia gmin w rozbudowie instalacji wytwórczych i w podniesieniu sprawności i stopnia wyzyskania tych instalacji. Tego rodzaju bieg myśli, jak również projektowane ujednostajnienie taryf obowiązujących na większych obszarach zasilania może liczyć na realizację jedynie pod warunkiem organizacyjnej spoistości przemysłu elektrycznego i osiągnięcia przez odnośne przedsiębiorstwa odpowiedniej dojrzałości. Na razie zauważyć się daje silny rozrost gospodarki elektrycznej.

Plany inwestycyjne tego przemysłu charakteryzują najlepiej pożyczki zaciągane przez zakłady państwowe „Elektro" i przez Desauskie Towarzystwo Gazowe (po 25 mio *RM*) oraz przez T. A. Rein-Main-Donau (15 mio *RM*). Poza tym projektowane są inwestycje w okręgu Ruhry. Niezależnie od planów powyższych trwa rozbudowa gospodarki zespolonej. Można powiedzieć, że dla większości przedsiębiorstw elektrycznych rok 1936 był rokiem reorganizacji gospodarczej i innych przygotowań. Pierścień sieci elektrycznych zaczynający się na zachodzie państwa, przedłużony przez Wirtemberg i Bawarię do Niemiec środkowych i na Śląsk, został zamknięty. Pozwoliło to na znacznie lepsze wyzyskanie posiadanych rezerw instalacyjnych. Umożliwiono wyzyskanie conajmniej 200 000 *kW* dodatkowych. Ciekawe jest stwierdzenie, że elektrownie RWE pokryły w 1936 r. cały przyrost odbioru prądu w wysokości 800 mio *kWh* przez zespolenie gospodarki swoich zakładów. Wpływ tego usprawnienia wytwarzania i podziału prądu na poziom cen, zależy przedewszystkiem od stosunku, w jakim nowe składniki kosztów pomieszane zostaną z dotychczasowymi. Jest to może nie tyle zagadnienie kalkulacji w ścisłym tego słowa znaczeniu ile wyrazem obliczonej na długą falę polityki przedsiębiorcy i jego zdolności przystosowania do nowych warunków.

W przeżywanym stadium rozwoju wszystko zależy od planowego spotęgowania i skierowania istniejących sił rozwojowych. Jest to par exellence zadanie przedsiębiorczości i inicjatywy twórczej.

Z KONGRESÓW I ZJAZDÓW.

J. G. King i J. Fraser Shaw. Rozwój urządzeń półtechnicznych dla uwodorniania smoły i jej destylatów pod wysokim ciśnieniem.

Referat pod tym tytułem wygłoszony został wśród wielu innych na kongresie sekcji inżynierii chemicznej Światowej Konferencji Energetycznej, odbytym w Londynie w 1936 roku.

Zagadnienie otrzymania syntetycznego paliwa ciekłego dla celów napędowych stało się od czasów wojny światowej bardzo palące; przy dzisiejszej daleko posuniętej motoryzacji, państwa odcięte od źródeł ropy naftowej, a nie posiadające paliwa zastępczego, byłyby niemal bezbronne. W badaniach nad otrzymaniem syntetycznej benzyny przodują Niemcy i Anglia. W krajach tych opanowano to zagadnienie tak dalece, że fabryki w Leuna i w Billingham rozwinęły produkcję przemysłową na wielką skalę. Surowcem dla fabrykacji jest węgiel kamienny, lub brunatny (Leuna), wodór wytwarzany jest z gazu wodnego przez konwersję; na skutek uwodornienia węgla w podwyższonej temperaturze i pod ciśnieniem 200 — 300 *atn*, ewentualnie w obecności katalizatorów, powstaje mieszanina ciekłych produktów, którą następnie poddaje się jak ropę frakcjonowanej destylacji; tak przedstawia się metoda Bergiusa i I. G. W metodzie Fischera, która w Niemczech również znalazła zastosowanie w produkcji fabrycznej, surowcem jest otrzymywany z węgla gaz wodny z dodatkiem pewnego nadmiaru wodoru; w obecności katalizatora wodór łączy się z tlenkiem węgla, tworząc cały szereg węglowodorów, przeważnie lekkich.

Hydrogenacja smoły węglowej, nad którym to właśnie zagadnieniem pracują angielscy autorzy referatu, nie jest już uwodornieniem w czystym tego słowa znaczeniu, lecz połączeniem procesu krakowego (cracking), używanego powszechnie w przemyśle naftowym, polegającego na rozrywaniu łańcucha węglowego ciężkich węglowodorów, z jednoczesnym przyłączaniem wodoru.

Badania przeprowadzone zostały ze smołą pierwotną, t. j. otrzymywaną przy destylacji węgla kamiennego w niskich temperaturach; zawiera ona w przeciwieństwie do normalnej smoły węglowej, mało węglowodorów aromatycznych, trudnych do rozbicia, dzięki temu podatniejszą jest do reakcji.

W omawianym referacie specjalna uwaga zwrócona została na samą metodykę pracy badawczej, wykonanej rzeczywiście w sposób wzorowy. Całość pracy przeprowadzona została w trzech etapach, które postaram się tutaj pokrótce przedstawić.

Pierwsze stadium — wstępne, stanowiły badania laboratoryjne, w których łatwo można zmieniać wszelkie warunki reakcji. Posłużyły one do określenia najdogodniejszych warunków procesu, a więc optimalnej temperatury, ciśnienia, szybkości przepływu gazu, stosunku ilości wodoru do surowca, dalej pozwoliły na dobranie odpowiedniego katalizatora i dobrego materiału aparatury.

Zasadniczą częścią urządzenia był grubościenny cylinder stalowy o pojemności 0,5 *l*. Sprężony do 200 *atn* wodór i smoła w postaci gazowej wchodziły do znajdującej się u góry cylindra przestrzeni reakcyjnej. Idąc w dół przechodziły przez półki z kontaktem. Produkt po skropleniu w kondensatorze, oddzielał się w separatorze wysokiego ciśnienia od pozostałego wodoru i najlżejszych węglowodorów, po rozprężeniu ulatniało się jeszcze nieco lotnych frakcji. Cylinder ogrzewany był elektrycznie, ciśnienie i temperatura podlegały ścisłej kontroli i wahania ich były nieznaczne. Materiał cylindra reakcyjnego — stal o zawartości 3,5% *Ni* i 0,8% *Cr*, nie wszędzie okazał się dostatecz-

nie trwałym. Powierzchnia rury reakcyjnej oraz powierzchnie zbliżone do wlotu i wylotu gazów ulegały silnej korozji. Trzeba tu było zastosować stal nierdzewną t. zw. stal 18/8 (18% *Cr* i 8% *Ni*).

Badania nad dobraniem odpowiedniego katalizatora były bardzo mozolne, a najbardziej aktywny — granulowany siarczek molybdenu, szybko się kruszył. Idealny kontakt powinien obok wysokiej aktywności, mieć dostateczną trwałość w formie zgranulowanej i posiadać znaczne przewodnictwo cieplne w celu uniknięcia przegrzań lokalnych. Najlepszy kontakt otrzymano przez odparowanie molibdenianu amonu na granulowanym gelu wodorotlenku glinowego. W obecności związków siarkowych zawartych w smole, przechodzi on w MoS_2, przy czym aktywność jego wzrasta, następnie wskutek stopniowego zatrucia wydajność maleje powoli z 45% do 25%. Zużyty kontakt daje się łatwo regenerować przez utlenienie powietrzem w temperaturze ponad 550° *C*.

Przy dobieraniu optymalnej temperatury należało zwrócić uwagę na to, że zbyt silne podgrzanie przy wysokim ciśnieniu wywoła zbyt daleko idące rozbicie cząsteczki, prowadzące aż do wydzielania się węgla; w tych warunkach szybciej również niszczy się kontakt. Do dalszych badań wybrano temperaturę 480°.

Ilość przerabianego surowca trzeba było dobrać na podstawie kompromisu między wydajnością i ilością otrzymywanego produktu zmieniającymi się w przeciwnych kierunkach ze wzrostem ilości surowca. Zgodnie z prawami statyki chemicznej, korzystnym okazał się pewien nadmiar wodoru ponad stosunki stechiometryczne.

Ponieważ celem produkcji było wyłącznie lekkie paliwo napędne, cięższe oleje otrzymane z destylacji produktu zawracano z powrotem do reakcji; podobnie i nieprzereagowany wodór, po wymyciu zeń lotnych węglowodorów szedł ponownie do sprężarki.

Następny etap badań miał na celu znalezienie podstaw do opracowania projektu technicznego konwertora i stwierdzenie czy powiększenie rozmiarów aparatury wywoła jakieś komplikacje w stosunku do badań laboratoryjnych. Konstrukcja konwertora i całej aparatury pozostała taką samą, tylko wymiary wzrosły 8-miokrotnie, mianowicie objętość przestrzeni reakcyjnej wynosiła teraz 4 *l*. Zastosowano również ogrzewanie elektryczne. Ponieważ przekonano się, że ścianka stalowa, narażona na wysokie ciśnienie wodoru w temperaturze ponad 180° ulega odwęgleniu i w wyniku tego spękaniu, odizolowano azbestem zewnętrzny korpus konwertora od zwojów ogrzewających tak, że temperatura jego nie przenosiła 100°, natomiast samą rurę reakcyjną zabezpieczono w ten sposób, że nazewnątrz jej wpuszczono sprężony wodór tak, że stal jest wprawdzie w wysokiej temperaturze (do 500°), ale nie podlega różnicy ciśnień. Główne trudności doświadczenia związane były z lokalnymi przegrzaniami kontaktu wskutek małej jego przewodności cieplnej, dla jej zwiększenia wbudowano do przestrzeni reakcyjnej promienisto skierowane skrzydełka; dzięki temu urządzeniu i na skutek starannego prowadzenia procesu, temperaturę udało się utrzymać w pożądanych granicach. Bieg reakcji w wypadku obu aparatur okazał się podobny a wydajności — prawie jednakowe.

Stadium trzecie, końcowe, miało na celu zbadanie na aparaturze już półtechnicznej wpływu zmiennych na przebieg procesu. Do poprzedniej konstrukcji wprowadzono w związku z 23-krotnym powiększeniem wymiarów aparatury pewne zmiany. Ciepło reakcji (ok. 300 *kCal* na kg) musiało odegrać tu większą rolę, ogrzewanie elektryczne stało się zbyteczne, wprowadzono jedynie wymiennik ciepła pomiędzy surowcem a produktem, oraz przegrzewacz surowego gazu. Utrzymanie temperatury było rzeczą trudną, w miarę bowiem postępu doświadczenia (a trwało ono 27 dni bez przerwy) wydajność na skutek zużycia kontaktu spadała, trzeba było stopniowo coraz silniej przegrzewać surowy gaz dla utrzymania stałej temperatury reakcji. Dla osiągnięcia równiejszej temperatury zwiększono ilość cyrkulującego wodoru. Podobnie jak poprzednio niezużyty wodór powracał do obiegu, ciekły produkt destylowano na dwie frakcje — właściwe paliwo motorowe o temperaturze wrzenia do 200° i resztę wyżej wrzącą, która ponownie szła do reakcji. Rozrząd wentyli i aparaty kontrolne oddzielone były ze względów na bezpieczeństwo ścianą od aparatury pracującej pod wysokim ciśnieniem. Przerób na godzinę wyniósł ok. 40 *l*. Otrzymane syntetyczne paliwo składało się głównie z węglowodorów naftenowych (71%), dalej aromatycznych (23%), do temperatury 150° przedestylowało 80%, wartość opałowa — 10 780 *kCal/kg*, liczba oktanowa: 84. Jest to więc zupełnie dobry materiał napędny.

Pierwsze doświadczenie wykazało pewne braki aparatury dotyczące wymiany cieplnej, zostaną one usunięte. Z kolei autorzy przystąpić mają do badań nad uwodornieniem smoły pierwotnej w fazie ciekłej, a następnie i zwykłej smoły pogazowej. Wszystkie te prace wykonane zostały w Instytucie Badania Paliwa (Fuel Research Station).

Sądzić można, że tak pięknie rozplanowane i na dużą skalę zakrojone prace już wkrótce doprowadzą do wykorzystania nowego surowca — smoły węglowej dla produkcji syntetycznej „benzyny".

S. K. jun.

LISTY DO REDAKCJI.

I. Spawanie w budowie kotłów parowych[1])

Autor wym. artykułu konkretyzuje całokształt tych wiadomości o spawaniu stosowanym w dobie obecnej, które każdy, kto styka się z budową lub naprawą kotłów, powinien posiadać.

Poza tym autorowi artykułu przyświecały niewątpliwie cele dalej idące: wywołanie dyskusji, podanie do wiadomości ogólnej poglądów tych, którzy się z omawianym zagadnieniem stykali, wreszcie wyjaśnienie wątpliwości i usunięcie uprzedzeń, co jest przecież niezbędne dla samodzielnego wkraczania w Polsce na drogę postępu w tej dziedzinie.

Uważając, iż intencje artykułu winny znaleźć

[1]) Technika Cieplna Nr. 6—7 z dn. 25 lipca 1937 r. str. 85—89.

jak najrychlej oddźwięk u wszystkich tych, którzy się swymi uwagami mogą w tej dziedzinie podzielić z innymi, rzucam garść swych myśli pozostających w związku z kwestiami poruszonymi w artykule, a dotyczących zarówno stosowania spawania przy budowie, i naprawie kotłów; powstały one na gruncie już to moich obserwacyj i doświadczenia, już to teoretycznych rozważań

* * *

W swych rozważaniach nad powstaniem pewnych uszkodzeń: naderwań i nadgnieceń, uważałem za potrzebne wprowadzenie (dla siebie) następujących terminów dotyczących kształtów i wymiarów poszczególnych elementów kotła:

1. „Konstrukcyjne" kształty i wymiary. Są to kształty i wymiary, które nadaje konstruktor rysując poszczególne elementy kotła. Zgodnie z tymi „konstrukcyjnymi" kształtami i wymiarami warsztat wykonywa poszczególne elementy.

2. „Optimalne" — Są to kształty i wymiary, które powstały z „konstrukcyjnych" przez uzupełnienie dodatkowymi odkształceniami trwałymi, a powstałymi na drodze warunków w jakich kocioł pracuje. Wskutek różnej temperatury płaszcza kotła i systemu rurowego w lokomobili z wyciągalnym wnętrzem, lub płomienic w kotle płomienicowym, dna są rozpychane, a system rurowy i płomienice ściskane. „Optimalne" kształty i wymiary można obserwować jedynie po rozśrubowaniu systemu rurowego, albo po roznitowaniu połączenia; płomienic lub płaszcza z którymkolwiek z den. Są to najodpowiedniejsze kształty i wymiary dla danego kotła gdyby je miał możność odgadnąć i nadać konstruktor poszczególnym elementom kotła, nie powstałyby w większości wypadków: ani nadgniecenia dołu przedniego, kołnierza systemu rurowego w kotłach lokomobilowych, ani też w dnach kotłów płomienicowych — naderwania w wyobleniach płaszczowych lub nadgniecenia w wyobleniach płomienicowych, jako też nadgniecenia w wywinięciach kołnierzy dzwon płomienicowych.

3. „Naturalne" — Są to kształty i wymiary obserwowane w zmontowanym kotle, które kocioł przyjął po przepracowaniu przez czas dostatecznie długi. Kształty i wymiary „naturalne" powstały z „optimalnych" przez uzupełnienie dodatkowymi odkształceniami, przeważnie sprężystymi, powstałymi na drodze ześrubowania lokomobili z wyciągalnym syst. rurowym, lub znitowania płomienicy z dnem w kotle płomienicowym, jeżeli przed tym elementy te posiadały kształty i wymiary „optimalne". Łatwo jest zauważyć, iż kształty i wymiary „naturalne" są pośrednie pomiędzy „konstrukcyjnymi" i „optimalnymi".

* * *

Do wypowiedzianych w artykule (rys. 1, 2, 3) poglądów na zachowanie się szwów o profilu spoiny *V. X.* nastręczają mi się następujące uwagi:

W elementach kotłów, które można naprawiać w stanie ich kształtów „optimalnych" należy — wydawałoby się — stosować spoinę o profilu *X*. Chodziłoby tu — zdawałoby się — o niewprowadzenie przy naprawie dodatkowych naprężeń ani też żadnych zmian co do kształtu (już optimalnego). Jest to przypadek, naprzykład, naprawy spawaniem nadgniecenia dołu przedniego kołnierza płomienicy lokomobili z wyciągalnym systemem rurowym. Dotychczasowe moje doświadczenie uczy jednak, że zarówno naprawa o profilu spoiny *X*, jako też i *V* z kielichem zwróconym ku stronie wklęsłej wygięcia, daje w tym przypadku praktycznie jednakowo dobre wyniki. Zwróćmy uwagę na tę okoliczność, iż po ześrubowaniu systemu rurowego i uruchomieniu kotła, płomienica wydłużając się i rozpychając dna powoduje doginanie naprawionego wygięcia, co właśnie w spoinie o profilu *V* (rys. 1) zachodzi przy mniejszym stopniu zgniatania jej od niebezpiecznej strony wklęsłej wygięcia. Mając na uwadze to zjawisko, należałoby w podobnych przypadkach naprawy oddać pierwszeństwo spoinie o profilu *V*.

Opisane zjawisko ma jeszcze większe znaczenie w naprawach nadgnieceń w kotłach płomienicowych, w których naprawę uskutecznia się przy kształtach „naturalnych", to jest przy sprężyście odgiętych kołnierzach dzwon płomienicowych lub wytłoczonych do środka płomienicowych wyobleniach den. W tych przypadkach odkształcenia pokazane na rys. 1 artykułu, względnie odpowiednie naprężenia wywołane spoiną o profilu *V* zwróconą kielichem ku stronie wklęsłej wyoblenia ma więc dla naprawionego miejsca, w warunkach pracy kotła większe znaczenie, niż w przypadku poprzednio rozpatrywanym. Z własnego doświadczenia wiadomo mi, że miejsca te naprawione spoiną o profilu *V* dobrze się w praktyce zachowują.

Uszkodzenia w wyobleniach płaszczowych den kotłów płomienicowych są naderwaniami, nie nadgnieceniami — jak uszkodzenia poprzednio omawiane. Tutaj efekt pokazany na rys. 1 artykułu przy naprawie spoiną *V* od wewnątrz potęgowałby się po uruchomieniu kotła. Toteż ponieważ naderwania te nie bywają przeważnie bardzo głębokie i rzadko przechodzą „na wylot", najodpowiedniejszy tu profil spoiny *X* nie ma zastosowania; należałoby stosować spoinę o profilu *U* [1]), jako stwarzającą warunki pośrednie pomiędzy warunkami przy profilu spoiny *X* i *V*.

* * *

Według przepisów szwajcarskich przy kącie 45° pochylenia śrubowej spoiny tworzącej walczaka — wartość współczynnika bezpieczeństwa x może wynosić 80% współczynnika przyjmowanego dla normalnych spoin podłużnych.

Pragnę tu zwrócić uwagę Czytelnika, że kwestie współczynnika x i z można racjonalniej załatwić, niż czynią to przepisy szwajcarskie.

Współczynnik wytrzymałości względnej z jest to iloraz: przyjęta siła rozrywająca spawaną próbkę podzielona przez siłę rozrywającą próbkę całą niespawaną. Wpływ spawanego szwu na wytrzymałość walczaka jest różny w zależności od kąta α nachylenia szwu spawanego do tworzącej i winien być oceniony należycie dobraną funkcją $z_0 = f\,(z, \alpha)$. Współczynnik bezpieczeństwa x może natomiast pozostawać niezmniejszonym przy różnych kątach α. Współczynnik bezpieczeństwa x bowiem uwzględnia szereg zjawisk ocenianych „na czucie" przy rozmaitych typach połączenia

[1]) Byłoby to słuszne, gdyby nie istniały inne względy wymagające, aby powierzchnia przejścia od spoiny do materiału macierzystego tworzyła możliwie duży kąt z normalną do powierzchni blachy naprawianej spawaniem, a podlegającej zginaniu.

blach, jakoto nierównomierność rozkładu naprężeń w wymiarze grubości ścianki płaszcza zdala od szwu, zginanie w blasze występujące w mniejszym lub większym stopniu w zależności od rodzaju połączenia, nierównomierności rozkładu naprężeń wzdłuż podziałki przy szwie nitowanym i t. p.

Okoliczności uwzględniane przez współczynnik x są w naczyniu spawanym jednakowe przy każdym kącie α jaki tworzy szew z tworzącą, natomiast wpływ na osłabienie walczaka ma ten kąt kolosalny, inny jest on przy $\alpha = 0^0$ (szew podłużny) — gdyż największy i inny przy kącie $\alpha = 90^0$ (szew poprzeczny) — gdyż najmniejszy. Wpływ ten jako spółczynnik $z_0 = f(z, \alpha)$ winien być oddzielnie oceniony niezależnie od współczynnika x. Mieszanie tych dwóch różnych współczynników przez przepisy szwajcarskie wprowadza zamęt w pojęciach, którego winniśmy na polskim gruncie unikać.

W polskiej literaturze technicznej były czynione próby [1]) uwzględnienia wpływu kąta „α" nachylenia szwu spawanego do tworzącej na wytrzymałość walczaka przy przyjętym współczynniku wytrzymałości względnej „z" spawanej próbki rozrywanej. Jak wynika z cytowanej pracy, wspomniana funkcja $z_0 = f(\alpha, z)$ przedstawia się jak następuje

$$z_0 = \frac{z}{\sqrt{\frac{5}{6}(z^2+1) - \frac{2}{3}z + \frac{1}{2}(1-z^2)\cos 2\alpha}} \qquad (1)$$

Łatwo wywnioskować z równania (1), że „z_0" przy $\alpha = 0^0$ nie jest równe z lecz nieco mniejsze, a przy $\alpha = 90^0$ nie jest równe jedności lecz również nieco mniejsze; zawdzięcza się to wpływowi naprężenia podłużnego w płaszczu równego połowie naprężenia obwodowego, które przy wyprowadzeniu wzoru (1) brano pod uwagę.

Przy $z = 0{,}6$, $z = 0{,}7$, $z = 0{,}8$, $z = 0{,}9$, $z = 1$ współczyniki z_0 przedstawiają się kolejno:

$$z_{0(z=0,6)} = \frac{1}{\sqrt{2{,}04 + 0{,}89 \cos 2\alpha}} \quad \ldots\ldots \quad (1a)$$

$$z_{0(z=0,7)} = \frac{1}{\sqrt{1{,}58 + 0{,}52 \cos 2\alpha}} \quad \ldots\ldots \quad (1b)$$

$$z_{0(z=0,8)} = \frac{1}{\sqrt{1{,}3 + 0{,}281 \cos 2\alpha}} \quad \ldots\ldots \quad (1c)$$

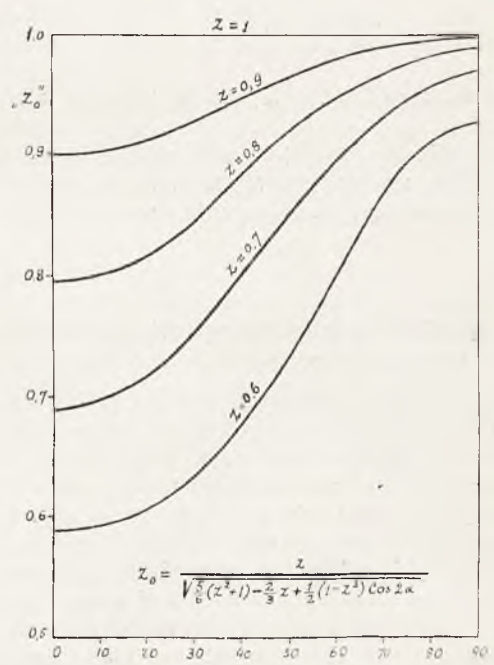
$$z_{0(z=0,9)} = \frac{1}{\sqrt{1{,}12 + 0{,}117 \cos 2\alpha}} \quad \ldots\ldots \quad (1d)$$

$$z_{0(z=1)} = 1 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (1e)$$

Załączony (rys. 1) wykres przedstawia zmianę współczynnika „z_0" w zależności od kąta „α" nachylenia szwu do tworzącej przy różnych przyjętych wartościach współczynnika wytrzymałości względnej z rozrywanej próbki.

[1]) W sprawie wytrzymałościowego obliczenia spawanych naczyń pod ciśnieniem. Przegląd Mechaniczny Nr 16, z dnia 25 maja, 1935 r. str. 371 i dalsze, wzór 15a.

α	z = 0,6	0,7	0,8	0,9	1
	„z_0"	„z_0"	„z_0"	„z_0"	
0⁰	0,584	0,69	0,795	0,899	1
5⁰	0,585	0,692	0,797	0,900	1
10⁰	0,590	0,697	0,800	0,902	1
20⁰	0,606	0,710	0,813	0,910	1
30⁰	0,635	0,737	0,834	0,923	1
40⁰	0,675	0,774	0,861	0,936	1
45⁰	0,700	0,795	0,876	0,945	1
50⁰	0,728	0,820	0,895	0,954	1
60⁰	0,792	0,870	0,930	0,970	1
70⁰	0,858	0,919	0,960	0,985	1
80⁰	0,910	0,957	0,982	0,995	1
85⁰	0,927	0,967	0,988	0,997	1
90⁰	0,933	0,972	0,992	0,998	1



Rys. 1

Jak widać z wykresu dla $\alpha = 45^0$

przy $z = 0{,}6$, $z_0 = 0{,}7$ czyli współczynnik „z_0" jest większy od „z" o 16,7 %

przy $z = 0{,}7$, $z_0 = 0{,}795$ czyli współczynnik „z_0" jest większy od „z" o 13,6 %

przy $z = 0.8$, $z_0 = 0{,}876$ czyli współczynnik „z_0" jest większy od „z" o 9,5 %

przy $z = 0{,}9$, $z_0 = 0{,}945$ czyli współczynnik „z_0" jest większy od „z" o 5,0 %

przy $z = 1{,}0$, $z_0 = 1{,}0$ czyli współczynnik „z_0" jest większy od „z" o 0 %

* * *

Wspomnę jeszcze o pewnym szczególe, na który większość konstruktorów kotłów i naczyń nie zwraca uwagi. Jeżeli chodzi nam o wykonanie płaszcza bez szwu walczaka z dnami z określonym z góry współczynnikiem bezpieczeństwa (pewności) x, naprzykład

w odniesieniu od granicy płynności K_{pl}, to winniśmy walczak obliczać wzorem:

$$\frac{p \cdot D}{231 \cdot g} = \frac{K_{pl}}{x} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 2$$

a nie wzorem:

$$\frac{p \cdot D}{200 \cdot g} = \frac{K_{pl}}{x} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad 2a$$

gdyż wzór 2a daje pewność o 15,5 % większą w porównaniu z „x", to jest niż ta pewność, którą pragnęliśmy przyjąć. Wzór 2 wynika z uwzględnienia wpływu naprężenia podłużnego równego połowie naprężenia obwodowego w walczaku z dnami.

Dla obliczenia walczaka ze szwem spawanym mamy analogiczne wzory.

$$\frac{p \cdot D}{231\ g\ z_0} = \frac{K_{pl}}{x} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad II$$

$$\frac{p \cdot D}{200\ g\ z_0} = \frac{K_{pl}}{x} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \quad IIa$$

We wzorach II i IIa „z_0" należy określić z wzoru (1).

Podkreśla się, że jeżeli przy obliczeniu spawanego walczaka posiłkujemy się wzorem IIa, to w rzeczywistości stosujemy współczynnik pewności 1,155 x, zamiast x.

Inż. Z. Klębowski

2. Spawanie w budowie kotłów parowych

(Technika Cieplna, zeszyt 6-7 z dn. 25 lipca 1937 r.)

Artykuł inż. K. Łuczko w sprawie zastosowania spawania do budowy kotłów w Polsce wywoła niewątpliwie duże zainteresowanie, gdyż rzeczywiście, o ile w innych dziedzinach spawalnictwo rozwija się w Polsce intensywnie i zajmuje przodujące miejsce, o tyle w budowie kotłów parowych spawanie było ograniczone. Nie ulega wątpliwości, że ograniczenia te były usprawiedliwione, lecz obecnie — biorąc pod uwagę rozpoczęte prace — można mieć nadzieję, że Polska w krótkim czasie dorówna innym państwom. Doświadczenie zdobyte nad spawaniem w innych dziedzinach pozwoli na tym szybszy postęp.

W imię współpracy i zachęcony przez p. inż. Z. Klębowskiego podaję poniżej kilka spostrzeżeń, które mi się nasunęły po zapoznaniu się z artykułem.

* * *

W sprawie współczynnika wytrzymałości względnej spoiny „z" należałoby wyjaśnić wyraźnie, iż wielkość jego przyjmowana w obliczeniach, wahająca się wedle przepisów niemieckich od 0,5 do 0,9 jest klasyfikacją warsztatu wykonywującego kocioł, a nie spoiny. Wiadomym bowiem jest, iż w praktyce spoina jest miejscem o największej wytrzymałości. Czy to dzięki zgrubieniu w spoinie, czy to dzięki doborowi odpowiedniej elektrody, możemy osiągnąć w spoinie wymagane własności wytrzymałościowe. Natomiast materiał w najbliższym sąsiedztwie spoiny ulega zmianom strukturalnym, powodującym zmianę własności mechanicznych. Materiał więc powinien być spawalny, czyli że zmiany własności mechanicznych w sąsiedztwie spoiny nie powinny przekraczać pewnych ustalonych granic. Wielkość współczynnika względnej wytrzymałości spoiny, a raczej połączenia spawanego, powinna być uzależniona od materiału użytego do budowy kotła. Może się również okazać, że sposób przygotowania blach, grubość ich i metoda spawania wpływają na wytrzymałość połączenia. Przy spawaniu bowiem zachodzi niepożądana obróbka cieplna, a więc czas spawania (nagrzewania), temperatura metalu i szybkość stygnięcia odgrywają dużą rolę.

Ciekawe jest jakimi względami kierowali się Niemcy, gdy zno ząc wyżarzanie normalizujące kotłów, pozostawili, za wyjątkiem kotłów o prężności poniżej 8 *atn*, wyżarzanie sezonujące. Bowiem zbytnia obawa przed naprężeniami w konstrukcjach spawanych — moim zdaniem — nie jest usprawiedliwiona. Naprężenia te są niebezpieczne tylko w czasie wykonywania spawania.

Pęknięcia w spoinach występują tylko w czasie wykonywania spawania; po zakończeniu spawania i po ostygnięciu przedmiotu niema żadnych podstaw do twierdzenia. iż mogą powstać pęknięcia z powodu naprężeń wewnętrznych. Zresztą sezonowanie, mające na celu usunięcie naprężeń wewnętrznych, może być przeprowadzone i w niższych temperaturach, lecz zato przez dłuższy czas. Np. kocioł może pracować przez pewien czas pod niższym ciśnieniem.

Nie przesądzając sprawy, uważam, iż przed opracowaniem przepisów polskich należy dokładnie sprawę tę przeanalizować tembardziej, iż nieumiejętne wyżarzanie może przynieść więcej szkody niż pożytku.

* * *

Sprawa naprężeń i odkształceń wymaga szerszego omówienia i zasługuje na oddzielne potraktowanie. Nie mogąc przekraczać ram niniejszej notatki, ograniczę się przeto do ogólników.

Warsztaty starają się na ogół spawać bez odkształceń, a o naprężeniach się nie mówi. Sprawę uważa się za rozwiązaną, jeżeli niema pęknięć i przedmiot jest prosty. Dlatego też warsztaty chętniej stosują spawanie elektryczne, które nie stwarza tyle kłopotów z odkształceniami, co spawanie acetylenowe. Czy jednak spawanie elektryczne powodując naogół mniejsze odkształcenie stwarza jednocześnie mniejsze naprężenia?

Celem uniknięcia nieporozumień pozwolę sobie wyjaśnić. iż naprężenia przy spawaniu powstają pośrednio. a mianowicie: gdy metal nagrzewamy nie może swobodnie się skurczyć a więc odkształcić. Podczas nagrzewania powstają w miejscu nagrzewanym naprężenia ściskające, które wywołują zjawisko spęczania, a podczas stygnięcia — naprężenia rozciągające, w wypadku gdy rozszerzanie się i skurcz nie mogą odbywać się swobodnie. Gdy natomiast skurcz może odbywać się swobodnie, wtedy nie powinny powstać naprężenia. Stąd wniosek, iż lepiej jest — ze względu na naprężenia — jak przedmiot się odkształci niż nieodkształci i jeśli to jest możliwe należy przy przygotowywaniu przedmiotu do spawania możliwość odkształcenia przewidzieć.

Powracając do pytania postawionego wyżej, który z dwóch sposobów spawania powodowałby większe naprężenia, zaznaczam, iż odpowiedzi ogólnej na to pytanie dać nie można, gdyż wiele zależy od kształtu przedmiotu i metody wykonania. Są wypadki gdzie

jeden sposób jest korzystniejszy od drugiego i na odwrót.

Do bezsprzecznych zalet spawania elektrycznego należą: a) olbrzymi postęp w wyrobie elektrod, pozwalający na otrzymanie wysokich własności wytrzymałościowych połączenia, b) łatwość opanowania, a więc mniejszy wpływ czynnika ludzkiego, c) łatwość spawania grubych blach, d) prostota instalacji i e) mniejsze kłopoty z odkształceniami, co wpływa na wygląd estetyczny przedmiotu i zwiększa jego wartość handlową.

Z tych więc względów — raczej praktycznych — spawanie elektryczne znalazło szerokie zastosowanie w budowie wszelkich konstrukcyj stalowych, więc i w budowie kotłów zdobędzie sobie niewątpliwie pierwszeństwo. Co się tyczy naprężeń, to w mojej praktyce znacznie więcej spotkałem pęknięć w spoinach wykonanych elektrycznie niż acetylenem. W każdym bądź razie dobrze postawiony warsztat równie dobrze będzie mógł gwarantować za spoinę elektryczną jak i acetylenową. Opanowanie techniki spawania jest warunkiem zasadniczym.

* * *

Analizując spoiny na V, U i X autor artykułu podaje, iż spoiny wykonywane na X nie stwarzają naprężeń, albo bardzo małe. Przypuszczalnie jest to nieporozumienie, gdyż w rzeczywistości spoiny na X wykonywane naprzemian warstwami raz w górnym raz w dolnym rowku nie powodują odkształceń, a raczej odkształcenia górnego i dolnego rowka nawzajem się znoszą. Nie można tego powiedzieć o naprężeniach.

Spoina na X wykonywana elektrycznie, chętnie stosowana jest w przemyśle gdyż jest ok. dwóch razy tańsza od spoiny na V.

Oprócz spoin na V, U i X zapewne znajdą zastosowanie w budowie kotłów i spoiny na zakładkę lub z nakładką (pachwinowe). Miałem możność zaobserwować iż spoiny te dobrze przenoszą naprężenia spowodowane rozserzalnością i skurczem przy zmianach temperatury.

* * *

Zagadnienie kontroli spoin bez ich zniszczenia zasadniczo jest rozwiązane. Istnieje kilka metod, z których na największą uwagę zasługuje metoda badania za pomocą promieni Roentgena. Niestety, z powodu zbyt wysokich kosztów stosowanie tej metody nie rozwija się w należytym tempie. Można mieć coprawda nadzieję, iż w miarę postępu koszty badania spoin znacznie spadną, lecz nie rozwiązuje to sprawy na dzisiaj.

Chwilowo możnaby zastąpić kontrolę wyrobu gotowego ścisłą kontrolą warunków przygotowania i wykonania. W tym wypadku na czoło zagadnień wysuwała by się sprawa szkolenia spawaczy i kontrolerów.

Inż. Józef Biernacki

Po zaznajomieniu się z uwagami p. inż. Klębowskiego dotyczącymi artykułu „Spawanie w budowie kotłów parowych" z przyjemnością stwierdziłem, że poruszenie zagadnienia spawania w budowie kotłów parowych znalazło oddźwięk w formie dyskusji na powyższy temat.

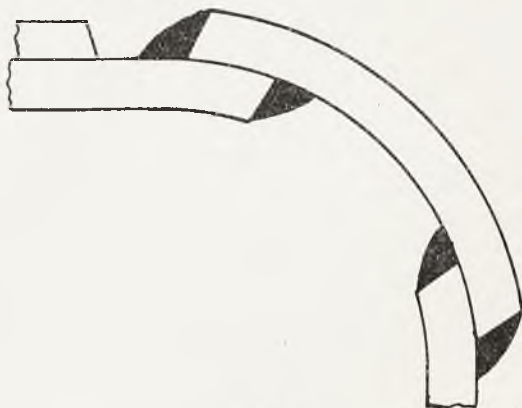
* * *

Zgadzając się w zupełności ze sposobem rozumowania p. inż. Klębowskiego co do wykorzystania właściwości odkształceniowych spoin w kształcie *V*, *X* oraz *Y* przy naprawach kotłów parowych, jestem jednak zdania, że wykonywanie napraw uszkodzonych wyoblin kotłów parowych za pomocą zapawania samego naderwania wyobłiny może być ryzykowne, a to z następujących względów. Na skutek odkształceń elastycznych płaszcza walczaka oraz płomienicy kotła (w wypadku kotła płomienicowego). spowodowanych różnicą temperatur przy których te elementy pracują, spoiwo nałożone na wyoblenie dennicy kotła będzie narażone na zginanie, a więc poszczególne warstwy spoiwa będą pracowały raz po raz na rozciąganie, względnie na ściskanie. Materiał kotła będącego przez pewien czas w ruchu ulega procesowi „starzenia się", który jak wiadomo przyczynia się do zwiększenia kruchości materiału.

Szczególnie podatne są temu zjawisku właśnie wyobliny dennic kotłów płomienicowych o gładkich płomienicach, względnie wyobliny płomienic, kotłów lokomobilowych.

Przechodzą one przy uruchamianiu kotła, na skutek różnicy temperatur płaszcza walczaka i płomienicy odkształcenia trwałe, po czym pracują przeważnie w temperaturze zbliżonej do temperatury przyśpieszającej proces „starzenia się". Temperatura ta wynosi 200 — 300°C. Temperatura zaś pary nasyconej kotła pracującego przy 10 atm. wynosi ca 180°C.

W tych warunkach zamierzone wzmocnienie naderwanej dennicy przez zapawanie samego naderwania może łatwo chybić celu, szczególniej przy kotłach starszych, pracujących od kilkunastu lat, względnie nawet lat kilkudziesięciu. Niepewność podobnej naprawy zwiększa się również przez niemożność w olbrzymiej większości wypadków, wykonania należytej dokładnej kontroli spoiny. Rzeczoznawca w tych wypadkach musi się przeważnie ograniczyć do oględzin zewnętrznych spoiny, oraz wykonania próby wodnej kotła.



Rys. 1

Daleko pewniejsza naprawa naderwań wyoblin dennic, względnie płomienic kotłowych, polegałaby na przypawaniu łaty (rys. 1), przy czym część uszkodzona została by starannie wycięta, aż do całkowicie nieuszkodzonego materiału.

W ten sposób spoiny, na przeważnej swej długości, oprócz nieznacznych co do długości spoin po-

przecznych łaty, nie były by narażone na zginanie oraz spoiwo stapiane by było z materiałem stosunkowo zdrowszym.

Dodać należy, że różnica w kosztach jednego i drugiego rodzaju naprawy była by niewielka, gdyż w większości wypadków różnica ta w stosunku do kosztów przetransportowania aparatury spawalniczej oraz wydelegowania spawaczy z odległych nieraz warsztatów naprawczych na miejsce pracy kotła (gorzelnia, cegielnia) była by nieznaczna.

inż. K. Łuczko

W związku z notatką p. inż. Biernackiego, dotyczącą artykułu „Spawanie w budowie kotłów parowych“ chciałbym ze swej strony oświetlić kilka poruszonych w notatce zagadnień.

* * *

W sprawie uwagi autora notatki co do określenia współczynnika wytrzymałości względnej spoiny „z" należało by wyjaśnić, że współczynnik ten obejmuje ocenę nie tylko samego spawu, własności wytrzymałościowe którego mogą nawet być wyższe od własności wytrzymałościowych materiału macierzystego, lecz całego połączenia spawanego obejmującego także i „strefę przejściową“. Wielkość tego współczynnika uzależniona jest również i w przepisach niemieckich nie tylko od urządzeń, sposobu spawania oraz wyrobienia technicznego personelu fabrycznego pod względem umiejętności spawania, lecz także i od doboru spoiwa, materiału kotła oraz rodzaju obranej kontroli spoiny po jej wykonaniu.

W Niemczech rodzaj materiałów, które mają być użyte do budowy spawanych kotłów parowych jest ściśle określony co do własności wytrzymałościowych, oraz składników stopu w zależności od wysokości współczynnika wytrzymałości względnej spoiny, oraz sposobu spawania. Również i w Polsce zezwolenia wydawane ostatnio przez Ministerstwo Przemysłu i Handlu na budowę spawanych kotłów parowych o wysokich współczynnikach wytrzymałości względnej spoiny przewidują pewien określony rodzaj materiału macierzystego kotła.

Co się tyczy zrezygnowania w niektórych wypadkach z wyżarzania normalizującego, względnie wyżarzania zwykłego (przy ca 600°C) w budowie kotłów spawanych należy do tego zagadnienia podchodzić niezwykle ostrożnie.

Znaczny dodatni wpływ wyżarzania normalizującego aa strukturę spoiny wraz z strefą przejściową, został stwierdzony ponad wszelką wątpliwość.

Celem uniknięcia drogiego i kłopotliwego wyżarzania normalizującego autorzy przepisów niemieckich dopuścili wyżarzenie zwykłe przy ca 600°C, uwarunkowując tę ulgę szeregiem zastrzeżeń, które zostały podane w artykule „Spawenie w budowie kotłów parowych“. Idąc dalej na rękę warsztatom przemysłowym oraz celem zdobycia doświadczenia w tej dziedzinie, przepisy niemieckie umożliwiły wykonanie kotłów spawanych do 8 atn bez ich wyżarzania, przy założeniu, że materiał kotła będzie dostatecznie ciągliwy i współczynnik wytrzymałości względnej spoiny nie będzie przekraczał 0,5.

Wytknięcie granicy do której kotły spawane mogą być nie wyżarzane podyktowane zostało autorom przepisów koniecznością zachowania ostrożności wobec braku doświadczeń w tym kierunku przy budowie kotłów parowych.

Należy zaznaczyć, że jednym z powodów który przyczynił się do zastosowania tego olbrzymiego ułatwienia budowy spawanych kotłów parowych były dodatnie rezultaty otrzymane ze spawanymi elektrycznie naczyniami pracującymi pod ciśnieniem, dopuszczonymi do pracy bez uprzedniego ich wyżarzania w roku 1929. W tym kierunku obrali więc Niemcy drogę najpewniejszą, bo drogę doświadczeń praktycznych.

W odpowiedzi na uwagę autora notatki podającą w wątpliwości zdanie z artykułu, że spoina w kształcie *X* przy spawaniu na przemian raz górnego, raz dolnego rowka przyczynia się do zmniejszenia względnie prawie całkowitego uniknięcia naprężeń, chciałbym wyjaśnić, jak to zresztą wynika z rysunku 1-go, oraz treści odnośnego odcinka artykułu, że nie jest tu mowa o naprężeniach w samej spoinie, lecz o naprężeniach w blasze wywołanych tendencją do odkształceń blachy na skutek nierównego skurczu przekroju spoiny, w razie niemożności skompensowania tych odkształceń. Jest rzeczą zrozumiałą że skoro spawanie w ten sposób zmniejsza w znacznym stopniu odkształcenia to przez to zmniejsza również i naprężenia, które z powodu tych odkształceń mogą powstać.

inż. K. Łuczko

T R E Ś Ć: *E. Chromiński*, prof. Metan w spalinach. — *St. Kruszewski*, inż. Źródła energii napędnej zakładów przemysłowych w Polsce. — KRONIKA TECHNICZNA. Gospodarka energetyczna w Niemczech. — Z KONGRESÓW I ZJAZDÓW. *S. K.* jun. J. G. King and J. Fraser Shaw. Rozwój urządzeń dla uwodorniania smoły i jej destylatów pod wysokim ciśnieniem. — LISTY DO REDAKCJI. *Z. Klębowski*, inż., *J. Biernacki*, inż. i *K. Łuczko*, inż. W sprawie spawania w budowie kotłów parowych.

S O M M A I R E. *E. Chromiński*, proff. Le gaz CH_4 dans les fumées. — *St. Kruszewski*, ing. Les sources de l'energie mechanique des etablissements industriels en Pologne. — CHRONIQUE. Le menagement energetique en Allemagne. — CONGRÉS et REUNIONS. *St. K.* jun.: J. G. King and J. Fraser Shaw. L'utillage pour la hydrogenation de 'goudrons sous haute pression. — CORRESPONDANCE. *Z. Klębowski*, ing., *J. Biernacki*, ing. et *K. Łuczko*, ing. Snr l'application du soudage dans la construction des chaudières à vapeur.

Druk. „Zgoda“ J. Klimczak i S-ka. Zielna 47 Tel. 619-57.